

TINJAUAN KUAT TEKAN BETON *GEOPOLYMER* DENGAN *FLY ASH* SEBAGAI BAHAN PENGANTI SEMEN

Tugas Akhir

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil



diajukan oleh:

GINANJAR BAGUS PRASETYO
NIM : D 100 100 052

kepada

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2015**

LEMBAR PENGESAHAN

TINJAUAN KUAT TEKAN BETON *GEOPOLYMER* DENGAN *FLY ASH* SEBAGAI BAHAN PENGANTI SEMEN

Tugas Akhir

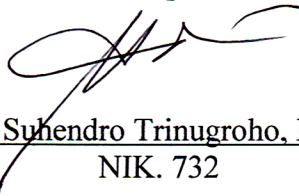
Diajukan dan dipertahankan pada Ujian Pendadaran
Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji
Pada tanggal 9 Juli 2015

diajukan oleh :

GINANJAR BAGUS PRASETYO
NIM : D 100 100 052

Susunan Dewan Penguji :

Pembimbing Utama



Ir. H. Suhendro Trinugroho, M.T.
NIK. 732

Pembimbing Pendamping



Dr. Mochamad Solikin
NIK. 792

Anggota



Ir. H. Aliem Sudjarmiko, M.T.
NIP. 131683033

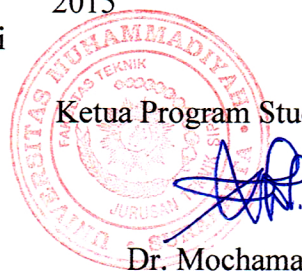
Tugas Akhir ini diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil
Surakarta, 9 Juli 2015
Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik



Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.
NIK : 682

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Dr. Mochamad Solikin
NIK : 792

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Ginanjar Bagus Prasetyo

NIM : D100 100 052

Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Sipil

Judul Tugas Akhir : Tinjauan Kuat Tekan Beton *Geopolymer* Dengan
Fly Ash Sebagai Bahan Pengganti Semen.

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir yang saya buat dan serahkan ini, merupakan hasil karya saya bersama bapak Ir. H. Suhendro Trinugroho, M.T., bukan jiplakan dari orang lain. Kecuali kutipan dan ringkasan pendapat atau temuan orang lain yang telah saya jelaskan sumbernya berdasarkan kode etik ilmiah. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa karya ilmiah saya adalah hasil jiplakan, saya bersedia bertanggung jawab sepenuhnya.

Surakarta, 30 Juli 2015
Yang Membuat Pernyataan



Ginanjar Bagus Prasetyo

MOTTO

- ❖ *“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap.”*

(Qs. Al Insyirah : 6-8)

- ❖ *“The stars in the sky illuminate below. The light is the sign that love will guide you home. The stars in the sky illuminate below. If the world were to die, the light would guide you.”*

(True Love by Angels And Airwaves)

- ❖ *“The age of man is over. A darkness comes at dawn. These lessons that we've learned here. Have only just begun.”*

(Do Or Die by Thirty Seconds To Mars)

- ❖ *“Siapa yang melanggar peraturan dan tata tertib dianggap sebagai sampah, namun siapa yang meninggalkan kawan seperjuangan mereka dianggap lebih buruk dari sampah.”*

(Uchiha Obito by Naruto)

PRAKATA

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur penyusun panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul “Tinjauan Kuat Tekan Beton *Geopolymer* Dengan *Fly Ash* Sebagai Bahan Pengganti Semen”.

Penyusun banyak mendapatkan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak sehingga pelaksanaan dan penyusunan laporan ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

- 1) Bapak Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 2) Bapak Dr. Mochamad Solikin, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik.
- 3) Bapak Ir. H. Suhendro Trinugroho, MT, selaku Dosen Pembimbing Utama Tugas Akhir saya.
- 4) Bapak Dr. Mochamad Solikin, selaku Dosen Pembimbing Pendamping Tugas Akhir saya.
- 5) Bapak Ir. H. Aliem Sudjarmiko, MT, selaku Dosen Penguji Tugas Akhir saya.
- 6) Bapak H. Muslich Hartadi Susanto, ST, MT, PhD, selaku Pembimbing Akademik.
- 7) Semua dosen Teknik Sipil UMS, karyawan dan karyawan UMS terima kasih atas semua ilmu yang diberikan kepada saya. Semoga ilmu yang bapak/ibu berikan dapat bermanfaat bagi masa depan saya dan menjadi barokah tentunya.
- 8) Bapak dan Ibu tercinta, yang selalu melimpahkan kasih sayang, do’a restu dan dorongan, baik moril maupun materiil dalam menyusun laporan ini.
- 9) Seluruh keluarga Bp. Sarwito, atas do’a dan dukungan yang telah diberikan kepada saya.

- 10) Teman-teman jurusan teknik sipil UMS terutama angkatan 2010 khususnya, terima kasih atas semua kenangan yang terindah dan segala bantuan serta motivasinya.
- 11) Teman-teman terbaik, Al Shifa Krismu, Frenda, Kiki Setiawan dan Dika Setiawan dan semua teman-teman yang telah membantu saya melaksanakan penelitian selama ini.
- 12) Temanku kost kunasa, Rudi, Umam, Parjono, Jekek, Gembul, Awank, Ngarifin, Ciduk.
- 13) Semua pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang telah membantu terselesainya laporan ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, maka dengan segala kerendahan hati, saran dan kritik yang membangun sangat penyusun harapkan guna penyempurnaan laporan Tugas Akhir ini di masa yang akan datang.

والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته

Surakarta, 30 juli 2015



Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
MOTTO	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR NOTASI.....	xiii
ABSTRAKSI.....	xiv
 BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	2
D. Manfaat Penelitian	2
E. Batasan Masalah.....	2
F. Keaslian Penelitian.....	3
 BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Beton <i>Geopolymer</i>	4
B. <i>Binder</i>	5
C. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kuat Tekan Beton	8
D. Penelitian Yang Sudah Dilakukan	9
 BAB III. LANDASAN TEORI	
A. Beton <i>Geopolymer</i>	11
B. Materi Penyusun Beton <i>Geopolymer</i>	12
1. Solid Material (<i>Fly Ash</i>).....	12
2. Alkaline Aktivator (Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida)	12
3. Agregat.....	13
4. Air	14

C. Perencanaan Campuran Beton	14
D. Pengujian Beton	15
1. Kuat Tekan Beton	15

BAB IV. METODE PENELITIAN

A. Umum.....	17
B. Bahan Penelitian.....	17
1. Air	17
2. Agregat Halus.....	17
3. Agregat Kasar.....	18
4. <i>Fly Ash</i>	18
5. Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida.....	19
C. Peralatan Penelitian	19
1. Gelas Ukur	19
2. <i>Volumetric flash</i>	20
3. Saringan atau Ayakan	20
4. <i>Vibrator</i>	21
5. Timbangan	21
6. <i>Oven</i>	22
7. Kerucut <i>Abram's</i> dan <i>Tamper</i>	22
8. Cetakan Kubus	23
9. Mesin Uji Kuat Tekan.....	23
10. Peralatan Penunjang.....	24
D. Pelaksanaa Penelitian	24
1. Pemeriksaan Bahan	24
2. Perencanaan Campuran Beton	30
3. Pembuatan Benda Uji.....	31
4. Perawatan	32
5. Pengujian Kuat Tekan Beton	33
6. Sampel Pengujian Beton	34
7. Pengambilan Kesimpulan.....	34
E. Tahapan Penelitian	34

BAB V. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Agregat	37
B. Hasil Pengujian <i>Fly Ash</i>	39
C. Perencanaan Campuran Adukan Beton.....	40
D. Kekentalan Adukan Beton	41
E. Hasil Pemeriksaan Berat Volume	42
F. Pengujian Kuat Tekan Beton	45

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	49
B. Saran-saran.....	50

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar II.1. <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM) dari <i>Fly Ash</i> (Hardjito, 2005)	6
Gambar III.1. Skema Pengujian Kuat Tekan Benda Uji Kubus	16
Gambar IV.1. Air.....	17
Gambar IV.2. Agregat Halus	18
Gambar IV.3. Agregat Kasar	18
Gambar IV.4. <i>Fly Ash</i>	19
Gambar IV.5. Sodium Silikat	19
Gambar IV.6. Sodium Hidroksida.....	19
Gambar IV.7. Gelas Ukur.....	20
Gambar IV.8. <i>Volumetric Flash</i>	20
Gambar IV.9. Saringan.....	21
Gambar IV.10. Alat Penggetar Ayakan.....	21
Gambar IV.11. Timbangan 3 kg.....	22
Gambar IV.12. Timbangan 30 kg.....	22
Gambar IV.13. Oven	22
Gambar IV.14. Kerucut <i>Abram's</i> dan <i>Tamper</i>	23
Gambar IV.15. Cetakan Kubus.....	23
Gambar IV.16. <i>Universal Testing Machine</i>	24
Gambar IV.17. Peralatan Penunjang	24
Gambar IV.18. Diagram Alir <i>Mix Design</i> Beton <i>Geopolymer</i>	30
Gambar IV.19. Persiapan.....	31
Gambar IV.20. Pembuatan Benda Uji Beton	32
Gambar IV.21. Pencetakan Benda Uji Kubus	32
Gambar IV.22. <i>Curing</i> Suhu Ruangan	33
Gambar IV.23. Pengujian Kuat Tekan Beton.....	34
Gambar IV.24. Bagan Aliran Tahapan Penelitian.....	36
Gambar V.1. Hubungan Antara Ukuran Saringan dengan Persen Butir Lolos Untuk Agregat Halus.....	38

Gambar V.2.	Hubungan Antara Ukuran Saringan dengan Persen Butir Lolos Untuk Agregat Kasar.....	39
Gambar V.3.	Hubungan Antara Perbandingan Aktivator dan Berat Volume Pada Pengujian Kuat Tekan Beton <i>Geopolymer</i>	44
Gambar V.4.	Hubungan Antara Perbandingan Aktivator dengan Kuat Tekan Beton <i>Geopolymer</i>	47

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel IV.1. Tabel Jumlah Sampel Pengujian Kuat Tekan Beton	
<i>Geopolymer</i>	34
Tabel V.1. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus	37
Tabel V.2. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar	38
Tabel V.3. Hasil Pengujian Kandungan Kimia <i>Fly Ash</i>	40
Tabel V.4. Perencanaan Campuran Adukan Beton <i>Geopolymer</i> Untuk Setiap Sampel	41
Tabel V.5. Hasil Pengujian <i>Slump</i>	42
Tabel V.6. Data Hasil Pengujian Berat Volume Pada Pengujian Kuat Tekan Beton <i>Geopolymer</i> 75 : 25 - F 444kg	43
Tabel V.7. Data Hasil Pengujian Berat Volume Pada Pengujian Kuat Tekan Beton <i>Geopolymer</i> 70 : 30 - F 533kg	43
Tabel V.8. Data Hasil Pengujian Berat Volume Pada Pengujian Kuat Tekan Beton <i>Geopolymer</i> 65 : 35 - F 622kg	44
Tabel V.9. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton <i>Geopolymer</i> 75 : 25 - F 444kg	46
Tabel V.10. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton <i>Geopolymer</i> 70 : 30 - F 533kg	46
Tabel V.11. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton <i>Geopolymer</i> 65 : 35 - F 622kg	47

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN 1. Foto Bahan yang Digunakan Penelitian	L-1
LAMPIRAN 2. Foto Proses Pembuatan Larutan Aktivator	L-2
LAMPIRAN 3. Foto Proses Pembuatan Benda Uji	L-3
LAMPIRAN 4. Foto Proses Pengujian Kuat Tekan	L-5
LAMPIRAN 5. Hasil Pengujian Agregat Halus	L-10
LAMPIRAN 6. Hasil Pengujian Agregat Kasar	L-16
LAMPIRAN 7. Pembuatan Larutan Aktivator	L-22
LAMPIRAN 8. Perencanaan Campuran Beton	L-23
LAMPIRAN 9. Pengujian <i>Slump</i>	L-27
LAMPIRAN 10. Hasil Pengujian Kuat Tekan.....	L-28
LAMPIRAN LEMBAR KONSULTASI TUGAS AKHIR	

DAFTAR NOTASI

A	= Luas permukaan benda uji (cm^2)
Fas	= Faktor air semen
$f'c$	= kuat tekan beton (kg/cm^2)
s	= panjang sisi kubus (cm)
P_{\max}	= Beban maksimal (kN)
SNI	= Standar Nasional Indonesia.
F	= <i>Fly ash</i>
γ_c	= berat volume beton (gr/cm^3)
V	= Volume beton (cm^3)
W	= Berat beton (gr)
n	= jumlah mol NaOH
M	= Molar larutan NaOH
V	= Volume larutan NaOH
p	= massa jenis beton $2,4 \text{ gr/cm}^3$

ABSTRAKSI

TINJAUAN KUAT TEKAN BETON *GEOPOLYMER* DENGAN *FLY ASH* SEBAGAI BAHAN PENGGANTI SEMEN

Beton yang tersusun oleh agregat kasar, agregat halus, air, dan Semen Portland (SP) merupakan material yang sangat penting dan banyak digunakan untuk membangun berbagai infrastruktur. Pada saat proses memproduksi semen, terjadi pelepasan gas karbondioksida (CO_2) ke udara yang besarnya sebanding dengan jumlah semen yang diproduksi yang dapat merusak lingkungan atau biasa disebut efek rumah kaca. Guna mengatasi efek buruk tersebut maka perlu dicari material lain sebagai bahan pengganti semen. Beton *geopolymer* merupakan salah satu beton alternatif dibuat tanpa menggunakan semen sebagai bahan pengikat, dan sebagai gantinya digunakan abu terbang (*fly ash*) yang kaya akan silika dan alumina yang dapat bereaksi dengan cairan alkaline aktivator untuk menghasilkan bahan pengikat (*binder*). Alkaline Aktivator yang digunakan dalam penelitian ini adalah Na_2SiO_3 (sodium silikat) dan NaOH (sodium hidroksida) konsentrasi 10M. Pada penelitian ini dilakukan pengujian kuat tekan beton terhadap benda uji berbentuk kubus $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}^3$ sebanyak 45 benda uji. Variasi aktivator 1:2, 2:2, 3:2, 4:2 dan 5:2, sedangkan variasi penggunaan agregat dan *binder* (*fly ash* dan aktivator) adalah 75% : 25%, 70% : 30% dan 65% : 35%. *Curing* yang dipakai dengan cara didiamkan dalam suhu ruangan. Pengujian dilakukan setelah beton berumur 28 hari. Berdasarkan hasil penelitian dapat diperoleh grafik hubungan antara kuat tekan beton *geopolymer* terhadap perbandingan aktivator. Untuk beton *geopolymer* 75 : 25, kuat tekan tertinggi dimiliki oleh beton dengan perbandingan $\text{Na}_2\text{SiO}_3:\text{NaOH} = 5:2$ sebesar $135,407 \text{ kg/cm}^2$. Untuk beton *geopolymer* 70 : 30, kuat tekan tertinggi dimiliki oleh beton dengan perbandingan $\text{Na}_2\text{SiO}_3:\text{NaOH} = 5:2$ sebesar $141,037 \text{ kg/cm}^2$. Dan untuk beton *geopolymer* 65 : 35, kuat tekan tertinggi dimiliki oleh beton dengan perbandingan $\text{Na}_2\text{SiO}_3:\text{NaOH} = 4:2$ sebesar $98,593 \text{ kg/cm}^2$. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi perbandingan aktivator $\text{Na}_2\text{SiO}_3:\text{NaOH}$ yang digunakan dalam campuran beton, maka terdapat kecenderungan semakin tingginya kuat tekan yang dihasilkan oleh masing – masing beton.

Kata kunci : *Alkaline Aktivator, Beton Geopolymer, Fly Ash, Kuat Tekan.*